



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 432 909 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.12.2005 Patentblatt 2005/51**

(21) Anmeldenummer: **02776762.3**

(22) Anmeldetag: **01.10.2002**

(51) Int Cl.7: **F02M 61/18**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2002/003725**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2003/031807 (17.04.2003 Gazette 2003/16)**

(54) **KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL**  
FUEL-INJECTION VALVE  
SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **05.10.2001 DE 10149277**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.06.2004 Patentblatt 2004/27**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**  
**AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **KRÜGER, Grit**  
**93059 Regensburg (DE)**

• **ASTACHOW, Andrej**  
**93059 Regensburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 030 054**                      **EP-A- 1 063 416**  
**DE-A- 10 005 009**                  **DE-C- 4 203 343**  
**JP-A- 2000 265 927**                **US-A- 5 639 029**  
**US-A- 6 055 957**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1998, no. 14, 31. Dezember 1998 (1998-12-31) & JP 10 252605 A (TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD), 22. September 1998 (1998-09-22)

**EP 1 432 909 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen, insbesondere für solche mit Direkteinspritzung.

**[0002]** Bei herkömmlichen Kraftstoffinjektoren für Einspritzanlagen von Brennkraftmaschinen erfolgt die Steuerung der Kraftstoffeinspritzung typischerweise mittels einer Ventalnadel, die in einem Ventilkörper eines Einspritzventils dichtend geführt und verschiebbar angeordnet ist. Die Ventalnadel weist an ihrer Spitze einen Ventalnadelsitz auf, der zusammen mit einem Ventilkörpersitz des Ventilkörpers wenigstens eine Düsenöffnung zum Brennraum der Brennkraftmaschine öffnet oder schließt. Die wenigstens eine Düsenöffnung ist typischerweise im Bereich des Ventilkörpersitzes angeordnet.

**[0003]** Der Einspritzdüse kommt die Aufgabe zu, den Brennraum der Brennkraftmaschine gezielt und dosiert mit Kraftstoff zu versorgen. Die Art der Kraftstoffaufbereitung wird durch die Einspritzdüse und den Verlauf des Einspritzvorganges wesentlich beeinflusst. Dieser wiederum kann die Verbrennung der Brennkraftmaschine wesentlich beeinflussen. Bei geschlossener Einspritzdüse, wenn der Konus der Düsennadel an der konischen Dichtfläche des Düsenkörpers anliegt, ist die Düsennadel durch diese Anlage im Düsenkörper zentriert. Beim Abheben der Düsennadel von der konischen Dichtfläche neigt die dann frei in die Spitze des Düsenkörpers ragende Düsennadel jedoch dazu, von der exakt zentrierten Lage abzuweichen. Dies hat zur Folge, dass die umlaufenden Einspritzlöcher nicht gleichmäßig freigegeben werden, was wiederum zu einer unsymmetrischen Strahlausbildung führen kann, die den Verbrennungsverlauf und damit auch die Emissionswerte negativ zu beeinflussen vermag.

**[0004]** Dokument JP 2000 265 927 offenbart ein Kraftstoffeinspritzventil mit Einspritzlöchern und einer Ventalnadel, wobei die Nadelspitze mehrere nutförmige Aussparungen aufweist.

**[0005]** Um ein gleichmäßiges Strahlbild der verschiedenen Einspritzlöcher zu gewährleisten, wird in der DE 198 43 616 A1 vorgeschlagen, den Düsenkörper der Einspritzdüse im Bereich der Einspritzlöcher mit einer zylinderförmigen Aussparung im Innenraum der Spitze vorzusehen. Mit Hilfe der Nut wird die Strömung in die Lage versetzt, die Geometrie im Nadelsitz mit möglichst geringen Strömungsverlusten zu umgehen. Allerdings entsteht durch das Einbringen der Nut ein zusätzliches sogenanntes Schadvolumen, d.h. ein Volumen zwischen Düsenkörper und Düsennadel, das sich für die Motorfunktion bzgl. Abgasemissionen schädlich auswirkt.

**[0006]** Ein Ziel der Erfindung besteht darin, ein Kraftstoffeinspritzventil zur Verfügung zu stellen, das bei minimalem Schadvolumen ein möglichst gleichmäßiges Spritzbild der Einspritzlöcher ermöglicht.

**[0007]** Dieses Ziel der Erfindung wird mit dem Gegen-

stand der unabhängigen Ansprüche erreicht. Merkmale vorteilhafter Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0008]** Um dieses Ziel der Erfindung zu erreichen, wird ein Kraftstoffeinspritzventil zur Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine vorgeschlagen, das einen Ventilkörper mit einer Spitze mit Einspritzlöchern und eine Ventalnadel aufweist, die im Ventilkörper axial beweglich angeordnet ist. Ein Konus an der Nadelspitze der Ventalnadel gibt einen Kraftstoffweg zu den Einspritzlöchern selektiv frei und sperrt ihn. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Nadelspitze der Ventalnadel jeweils eine jedem Einspritzloch zugeordnete, nutförmige Aussparung aufweist.

**[0009]** Mit diesem erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventil kann das für eine günstige Lenkung der Strömung unter dem Nadelsitz notwendige Volumen auf ein Minimum reduziert werden. Dies wird dadurch erreicht, dass anstatt einer kreisförmigen Nut um die Nadelspitze lediglich schmale Nuten in der Nadelspitze eingebracht sind.

**[0010]** Bei einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils weist jede Aussparung eine Breite auf, die mindestens einen Durchmesser eines Einspritzlochs entspricht. Auf diese Weise kann das Schadvolumen auf ein Minimum reduziert werden, wobei dennoch eine optimale Strömungsumlenkung in Richtung der Spritzfläche gewährleistet bleibt.

**[0011]** Zur Vereinfachung der Fertigung können die Aussparungen jeweils eine bogenförmige oder gewölbte Kontur aufweisen. Eine solche bogenförmige bzw. gewölbte Kontur lässt sich auf einfache Weise beim Herstellungsvorgang der Düsennadel einbringen. So kann beispielsweise eine Ausführungsform vorsehen, dass die Aussparungen jeweils einen halbkreisförmigen Querschnitt aufweisen.

**[0012]** Vorzugsweise weist die Düsennadel eine Längsführung zur Verhinderung von Drehbewegungen auf, so dass jederzeit die Ausrichtung der Nut gegenüber dem jeweiligen Eintritt ins Spritzloch gewährleistet ist. Eine derartige Längsführung der Düsennadel kann vorzugsweise durch eine Nut-Feder-Führung gebildet werden, so dass jederzeit eine Rotation der Düsennadel während des Betriebs verhindert wird.

**[0013]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung kann vorsehen, dass jedes Einspritzloch eine speziell angepasste Nut bekommt, wodurch sich unsymmetrische Strömungsbedingungen infolge von Nadelauslenkungen kompensieren lassen.

**[0014]** Die Erfindung besteht in der Lösung von zwei einander entgegenwirkenden Probleme. Zur Strömungsoptimierung wird ein zusätzliches Volumen vor den Eintrittskanten der Einspritzlöcher einer Einspritzdüse geschaffen, wobei gleichzeitig das Schadvolumen im Sackloch der Düse minimiert wird. Eine Fixierung der Nadel gegenüber dem Düsenkörper bei der Montage ermöglicht es, die Vorteile beider Aspekte zu verwirklichen.

**[0015]** Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die beiliegenden Figuren näher erläutert.

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil in schematischer Schnittansicht,

Figur 2 eine Draufsicht auf das Kraftstoffeinspritzventil gemäß Figur 1,

Figur 3 einen vergrößerten Ausschnitt der Nadelspitze des Ventils gemäß Figur 1 und

Figur 4 eine Draufsicht von unten auf die Nadelspitze entsprechend Figur 3.

**[0016]** Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil in schematischer Schnittansicht. Das Kraftstoffeinspritzventil 2 besteht aus einem Ventilkörper 4 und einer Ventilnadel 6, die mit einer Nadelführung 10 in dem Ventilkörper 4 dicht geführt ist. In einem Sackloch 16 des Ventilkörpers 4 ist eine bzw. sind mehrere Einspritzlöcher 20 vorgesehen. Die Ventilnadel 6 weist eine Nadelspitze 8 mit einer Sitzkante 18 und einem Ventilnadelsitz 22 auf. Dieser Ventilnadelsitz 22 sitzt auf einem Ventilkörpersitz 24 auf und dichtet somit das Einspritzventil 2 mit den Einspritzlöchern 20 ab.

**[0017]** Der Kraftstoff gelangt über einen Kraftstoffzulauf 30 und einen zwischen der Ventilnadel 6 und dem Ventilkörper 4 liegenden ringförmigen Druckraum 26 zur Sitzkante 18 und bei angehobener Ventilnadel 6 entlang des Ringraums 32 zwischen Ventilnadel 6 und Ventilkörperschaft weiter über das Sackloch 16 und die Einspritzlöcher 20 in den Brennraum der Brennkraftmaschine.

**[0018]** Zwischen einer zylindrisch geformten Nadelführung 10 im oberen Bereich der Ventilnadel 6, die gegenüber dem Nadelschaft im Durchmesser vergrößert ist, und einer Führungsfläche 12 im Ventilkörper 4, die eine zylindrische Innenmantelfläche aufweist, befindet sich ein Dichtspalt 14. Durch diesen Dichtspalt 14 nimmt der im Druckraum 26 herrschende Hochdruck gegenüber einem Leckagebereich oberhalb der Ventilnadel 6 kontinuierlich ab.

**[0019]** Mittels einer Passfeder 34 im oberen Bereich der Nadelführung 10, die in einer entsprechenden Führungsnut 36 in der Führungsfläche 12 des Ventilkörpers 4 geführt ist, wird jederzeit eine Rotation der Ventilnadel 6 verhindert. Auf diese Weise bleiben die Aussparungen 38 in der Nadelspitze ihren jeweils korrespondierenden Einspritzlöchern zugeordnet.

**[0020]** Die Ausgestaltung der Nadelspitze 8 inklusive Ventilnadelsitz 22 und Ventilkörpersitz 24 wird anhand der Figuren 3 und 4 näher erläutert.

**[0021]** Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf das Kraftstoffeinspritzventil 2 gemäß Figur 1. Erkennbar ist hierbei insbesondere die Passfeder 34, die in eine entsprechende Nut im oberen Bereich der Nadelführung 10 ein-

gepasst ist. Die Passfeder 34 greift in die entsprechend passende Führungsnut 36 im Ventilkörper 4 ein, so dass eine axiale Führung der Ventilnadel 6 mit geringem Spiel gewährleistet ist. Auf diese Weise bleibt jede Aussparung an der Nadelspitze 8 jeweils ihrem zugehörigen Einspritzloch 20 zugeordnet.

**[0022]** Figur 3 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der Nadelspitze 8 des Kraftstoffeinspritzventils 2 gemäß Figur 1. Die Ventilnadel 6 weist an ihrer Nadelspitze 8 einen ersten Kegelabschnitt 42 mit einem ersten Kegelwinkel auf, der in einen zweiten Kegelabschnitt 44 mit etwas stumpferen Kegelwinkel als der erste Kegelabschnitt 42 übergeht. Am Ende der Nadelspitze 8 ist der zweite Kegelabschnitt 44 abgeflacht und durch eine runde Stirnfläche 40 begrenzt. Der Übergang zwischen ersten Kegelabschnitt 42 und zweitem Kegelabschnitt 44 stellt gleichzeitig eine Sitzkante 18 dar, die einen Ventilnadelsitz 22 bildet. Dieser Ventilnadelsitz 22 liegt bei geschlossener Ventilnadel 6 am Ventilkörpersitz 24 der Ventilkörperspitze auf. An der unteren Spitze des Ventilkörpers sind mehrere Einspritzlöcher 20 vorgesehen, im gezeigten Ausführungsbeispiel sechs an der Zahl (vgl. Figur 4).

**[0023]** Im zweiten Kegelabschnitt 44 sind nutförmige Aussparungen 38 vorgesehen, die jeweils einem Einspritzloch 20 zugeordnet sind und die jeweils annähernd die gleiche Breite wie ein Einspritzloch 20 aufweisen. Die nutförmigen Aussparungen 38 weisen jeweils einen dreieckförmigen Querschnitt auf, wobei eine untere Kante der Aussparung 38 jeweils ungefähr auf gleicher Höhe wie eine untere Kante eines Einspritzlochs 20 liegt. Die obere Kante jeder Aussparung liegt näher zum ersten Kegelabschnitt 42, so dass eine Kraftstoffströmung annähernd drallfrei innerhalb der Nut verlaufen kann und in Richtung des Einspritzlochs 20 gelenkt wird.

**[0024]** Um die Stirnfläche 40 und die Spitze des zweiten Kegelabschnitts 44 ist ein Sackloch 16 in der Ventilkörperspitze ausgebildet, das einen nur sehr kleinen Raum bei geschlossener Ventilnadel 6 übrig lässt, so dass ein nur geringes Schadvolumen im erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventil 2 gebildet wird.

**[0025]** Figur 4 zeigt schließlich eine Draufsicht von unten auf die Nadelspitze 8 entsprechend Figur 3. Erkennbar sind die sternförmig symmetrisch angeordneten Einspritzlöcher 20, denen jeweils auf gleicher Längsachse eine Aussparung 38 im zweiten Kegelabschnitt 44 der Nadelspitze 8 zugeordnet ist.

**[0026]** In einer weiteren bevorzugten Variante der Erfindung können die Aussparungen 38 jeweils eine individuelle Kontur aufweisen. Auf diese Weise können unsymmetrische Spritzbilder des Kraftstoffeinspritzventils 2 aufgrund beispielsweise einer nicht zentrisch geführten oder seitlich ausgelenkten Ventilnadel 6 ausgeglichen werden. Vorzugsweise können derartige unsymmetrische Spritzbilder in Versuchen ermittelt werden und bei der Ausbildung der Aussparungen 38 entsprechend berücksichtigt werden.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil (2) zur Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Ventilkörper (4) mit einer Spitze mit Einspritzlöchern (20) und mit einer Ventilnadel (6), die im Ventilkörper (4) axial beweglich angeordnet ist, wobei ein Konus an der Nadelspitze (8) der Ventilnadel (6) einen Kraftstoffweg zu den Einspritzlöchern (20) selektiv freigibt und sperrt, wobei jedem Einspritzloch (20) jeweils eine nutförmige Aussparung (38) in der Nadelspitze (8) der Ventilnadel (6) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet dass** jede Aussparung (38) eine Breite aufweist, die mindestens einem Durchmesser eines Einspritzlochs (20) entspricht. 5
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussparungen (38) jeweils eine gestufte Kontur aufweisen. 10
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussparungen (38) jeweils einen bogenförmigen Querschnitt aufweisen. 15
4. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsennadel (6) eine Längsführung zur Verhinderung von Drehbewegungen aufweist. 20
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsführung durch eine Nut-Feder-Führung gebildet ist. 25
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Passfeder (34) in einer Nadelführung (10) der Ventilnadel (6) in eine Führungsnut (36) in einer hohlzylindrischen Führungsfläche (12) im Ventilkörper (4) eingreift. 30

## Claims

1. Fuel injection valve (2) for injecting fuel into the combustion chamber of an internal combustion engine, comprising a valve body (4) having a tip containing injection orifices (20) and a valve needle (6) which is disposed in an axially displaceable manner in the valve body (4), a cone at the tip (8) of the valve needle (6) selectively releasing and blocking a fuel path to the injection orifices (20), with which 50

a respective groove-shaped recess (38) in the tip (8) of the valve needle (6) is assigned to each individual injection orifice (20), **characterized in that** each recess (28) has a width which corresponds at least to one diameter of an injection orifice (20).

2. Fuel injection valve according to claim 1, **characterized in that** each of the recesses (38) has a stepped contour.

3. Fuel injection valve according to claim 3, **characterized in that** each of the recesses(38) has a curvilinear cross-section.

4. Fuel injection valve according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that** the nozzle needle (6) has a longitudinal guide for preventing rotational movements.

5. Fuel injection valve according to claim 4, **characterized in that** the longitudinal guide is formed by means of a slot-and-key guide.

7. Fuel injection valve according to claim 4 or 5, **characterized in that** a featherkey (34) engages in a needle guide (10) of the valve needle (6) in a guide groove (36) in a hollow cylindrical guide surface (12) in the valve body (4).

## Revendications

1. Soupape d'injection de carburant (2) pour l'injection de carburant dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, avec un corps de soupape (4) ayant une pointe contenant des orifices d'injection (20) et une aiguille de soupape (6) qui est montée de manière axialement mobile dans le corps de soupape (4), un cône situé à la pointe (8) de l'aiguille de soupape (6) ouvrant et fermant sélectivement un passage de carburant vers les orifices d'injection (20),  
dans laquelle un évidement (38) en forme de rainure est associé à chaque orifice d'injection (20) dans la pointe d'aiguille (8) de l'aiguille de soupape (6), **caractérisé en ce que** chaque évidement (38) présente une largeur qui correspond au moins à un diamètre d'un orifice d'injection (20).
2. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les évidements (38) présentent chacun un contour étagé.

3. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 2,  
**caractérisée en ce que** les évidements (38) présentent chacun une section arquée. 5
4. Soupape d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,  
**caractérisée en ce que** l'aiguille d'injecteur (6) comprend un guidage longitudinal pour empêcher des mouvements de rotation. 10
5. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 4,  
**caractérisée en ce que** le guidage longitudinal est formé par un guidage à rainure et clavette. 15
6. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 4 ou 5,  
**caractérisée en ce qu'**une clavette parallèle fixée par vis (34) s'engage dans une buse d'injection à aiguille (10) de l'aiguille de soupape (6) dans une rainure de guidage (36) dans une surface de guidage (12) cylindrique creuse du corps de soupape (4). 20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

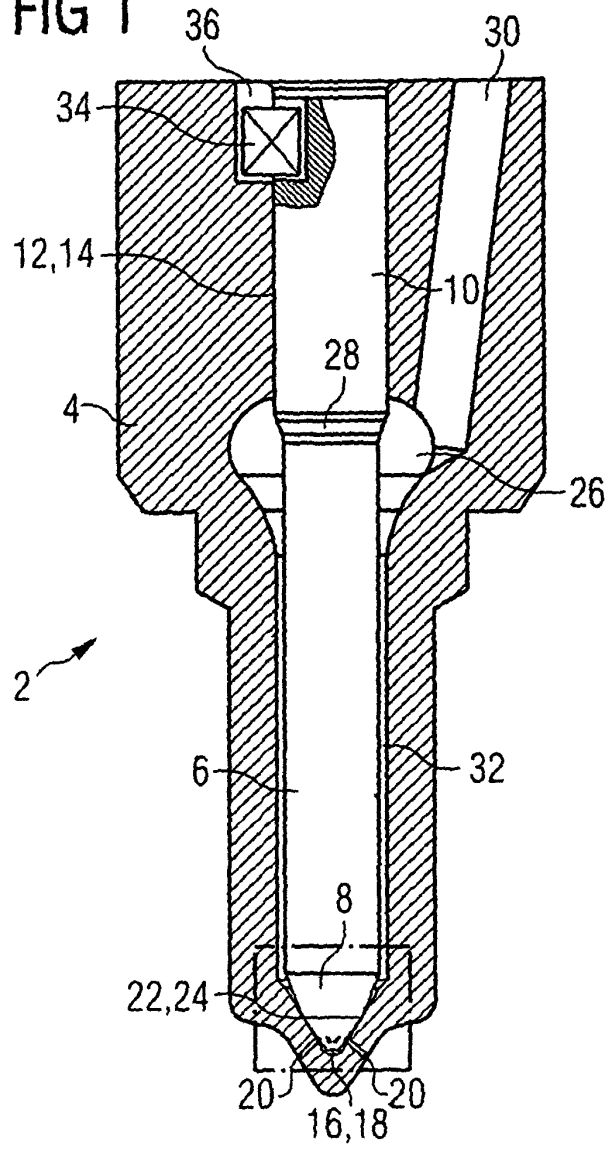


FIG 2

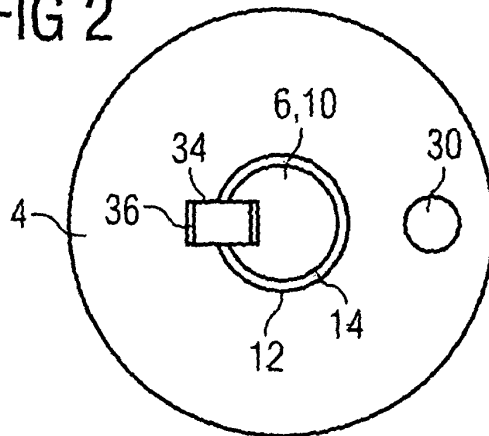


FIG 3

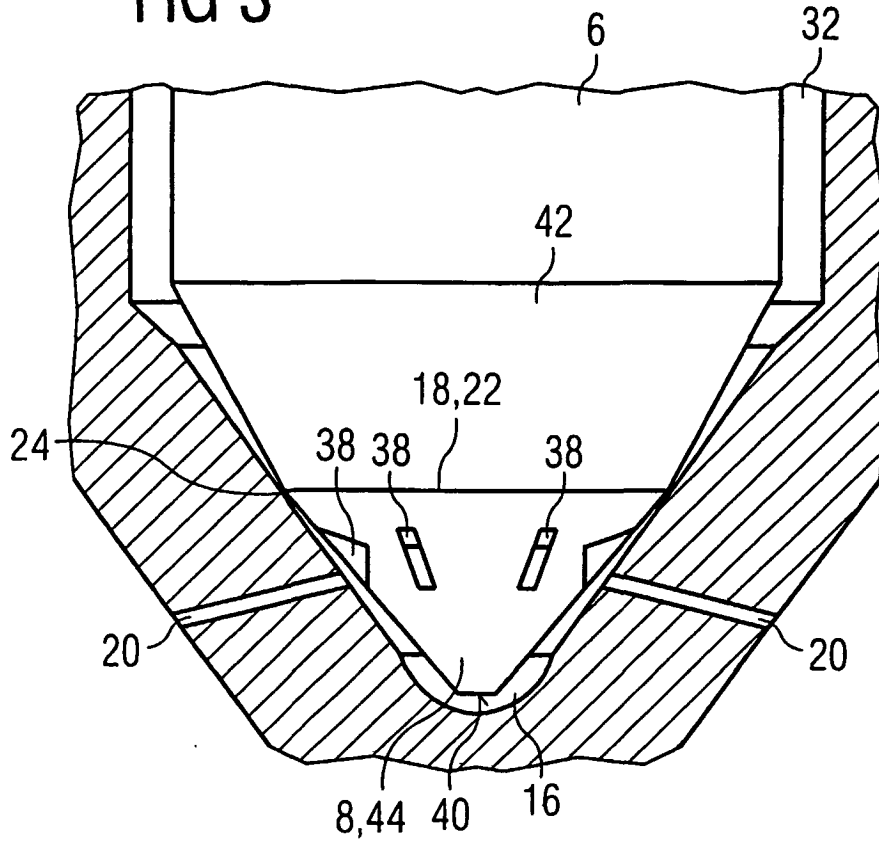


FIG 4

